引用格式：邹乐乐, 王溥, 孙翊. 实现碳中和的市场机制与争取国际话语权重点方向. 中国科学院院刊, 2022, 37(4): 469-478.
Zou L L, Wang P, Sun Y. Market mechanism and focus of international cooperation to achieve carbon neutrality. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(4): 469-478. (in Chinese)

实现碳中和的市场机制与争取国际话语权重点方向

邹乐乐[1] 王 溥[2,3] 孙 翊[2,3*]

1 落基山研究所 北京 100020

2 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

3 中国科学院大学 公共政策与管理学院 北京 100049

摘要 市场机制是实现碳达峰、碳中和目标的基础。通过市场机制，可以全局成本最低实现碳中和。因此，碳中和进程需要充分发挥市场在资源配置中的决定性作用。我国在各类市场机制方面已经探索并积累经验超过10年，建立了碳市场、绿色电力证书市场、节能量交易市场（即白色证书市场，本文中二者等同）、用能权市场等，同时电力系统也在加大市场化改革的力度。但各市场之间仍然存在制度的不完善和冲突，亟待对这些市场进行理顺，使其能够最大效应发挥协同作用。文章梳理并分析了现有市场机制的现状和之间的关系，阐述了其中的冲突和交叠；在此基础上，提出应该尽快将用能权市场、节能量交易市场等进行合并，对绿证市场和碳市场进行统一，并充分考虑电力系统的市场化进程，令市场机制提高经济效率和减排效果。此外，随着市场机制、供应链全球化和去全球化的演变，对外合作的话语权变得尤为重要。文章进一步从厘清碳责任、加强碳中和对外合作和传播话语权出发，分析了生产端责任和消费端责任2种基本模式；同时，发现全球碳排放中，中国的排放主要集中在生产端，西方发达国家（特别是美国）的排放更多集中在消费端。基于此，认为在全球碳责任划定问题上中国应当坚持采取“受益者付费”的消费端责任原则，并提出以科研为先导加强发展中国家碳中和国际合作，以及全面考量碳排放权利完善新型碳中和传播体系的政策建议。

关键词 市场机制，碳责任，碳中和，国际合作，碳中和话语权

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20220110003

*通信作者

资助项目：中国科学院学部重大咨询课题（E1J1691602）

修改稿收到日期：2022年3月21日

气候变化是全人类面临的共同挑战，实现碳达峰、碳中和是推动高质量发展的内在要求。我国政府已经发布《中共中央 国务院关完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，印发了《2030年前碳达峰行动方案》，出台了科技、碳汇、财税、金融等系列保障措施。其中，市场机制是核心基础。通过建立和完善各类交易市场，可以促进基于全局成本的价格信号生成和传递，并实现资源能源在各行业的最优配置，从而引导各类减排主体的边际减排成本达到最优。

随着全球众多国家陆续公布碳达峰、碳中和目标，国际碳相关市场也正在酝酿发展。碳市场关键在于确定公平合理的排放配额，既能保障发展中国家的发展权，又能激励多数国家积极参与国际减排合作。中国应当把握国际气候治理结构性转型的重要机遇，加强与全球特别是发展中国家之间碳中和国际合作，构建“有理、有利、可行”的新型碳中和国际话语体系，协同国际社会合理划分排放责任、公平分配排放权利。

1 现有碳中和市场机制与效果

在实现碳达峰、碳中和目标中，技术、政策和市场，成为这一复杂系统中关键的决策变量和推动力。随着技术的发展，人类知识水平、资源利用效率和社会劳动生产率等都得以不断提高，为发展提供了有力的支撑；政策和规制则影响着整个系统发展的方向和速率；市场则为各子系统的要素流动提供了平台，在实现碳中和目标的整个系统中起到核心作用，处于基础地位。充分发挥市场机制调节手段，有望全局成本最低实现碳中和目标。因此，碳达峰、碳中和进程中，需要充分发挥市场在资源配置中的决定性作用。无论是提高可再生能源比例，推进用能电气化，还是提高能效，都需要适宜的市场机制来配置碳排放资源，从而向排放主体提供价格信号，作为排放/减排的成本/收益激励。

不同市场的交易主体和调节目的不同，导致不同市场呈现出各自的特点（表 1）。电力市场通过价格信号引导不同类型可再生能源合理有序发展，为扩大消纳空间寻求最经济的手段；绿色电力证书交易市场将电力市场未能体现的绿色电力清洁价值通过价格机制体现，以实现绿色电力消纳责任的市场化流转；碳排放权交易市场（以下简称“碳市场”）通过总量控制、定价机制形成具有约束和激励作用的市场体系，推动温室气体减排；节能量交易市场（即白色证书市场，本文中二者等同）则通过统一的认证，使能源节约成为具有市场价值的商品，从而进一步促进提高能效，减少碳排放。在实现碳中和过程中，需要重视各个市场的作用并推动各方协同发力，以市场信号调动全社会节能减碳的内生动力，实现清洁性、可靠性和经济性3个目标的最佳协调。

1.1 电力市场和碳市场

从国外能源转型实践看，电力市场和碳市场协同发展，在推动能源清洁转型、应对气候变化、优化资源配置等方面作用显著[1]。例如，在欧盟碳市场建设的第一阶段，由于采取免费的初始配额分配，使得大部分碳价成本被传导至消费端的同时，“较为清洁的”发电商又通过出售配额获得双重红利[2]。此外，碳市场也会对企业的投资决策产生影响。当碳价上涨时，使用清洁能源的企业风险和成本会降低，有利于

表 1　我国现有节能降碳相关的市场及其调节目标

Table 1　Existing energy conservation and carbon reduction related market and its regulation objectives

市场种类	启动年份	调节目标
节能量交易市场（白色证书市场）	2013年	能源效率
碳排放权交易市场	2013年	能源结构
电力市场	2014年	能源载体市场
用能权交易市场	2016年	能源效率
绿色电力证书交易市场	2017年	能源结构

其现金流增长。因此，确保碳配额的合理分配，有助于碳价格保持在激励企业投资减排技术的水平[3]。从美国经验来看，尽管没有全美统一碳市场和电力市场，但区域碳市场仍然会影响当地发电企业和其他相关企业的投资和经营决策，进而会影响电力市场设计策略，从而影响消费者支付的市场出清价格[4]。

我国在加快实现碳达峰、碳中和目标背景下，电力市场和碳市场协同推动能源清洁低碳转型的需要日益迫切。随着碳市场和电力市场化改革的发展，二者之间的关联程度越来越高，碳价和电价之间的传导也会变得更加顺畅。研究表明，电力市场化改革有助于降低碳排放强度，进而通过价格信号影响发电企业对各类电源的投资，起到促进电力行业碳减排的作用[5]。

当前我国的电力市场和碳市场尚在建设进程中，远未达到价格传导的效果。*在电力市场建设方面，市场化改革仍在进程中，并未完全实现市场建设的目标*。2015年《中共中央 国务院关于进一步深化电力体制改革的若干意见》发布以来，我国深化电力体制改革各项工作全面推进，其目的是形成主要由市场决定能源价格的机制，发挥市场在资源配置中的决定性作用。在发电端，部分地区仍然存在将上马煤电项目作为短期经济复苏的手段，缺乏长期理性考量；在输电方面，还没有明确的成本分配机制，经济效益和与电力系统的整体协调难以到达最优。*在碳市场建设方面，我国目前处于碳市场发展的初期阶段*。根据2020年12月颁布的《碳排放权交易管理办法（试行）》，由政府主管部门主导配额分配，确定准入标准，重点排放单位名单，并根据多种因素分配配额，确定排放配额总量。这样可以保证市场相对公平，但长期由政府主导也会导致社会其他投资者参与市场的积极性不够，出现企业套利现象。自2021年7月全国碳市场开市以来，由于上述配额分配、履约机制等方面的问题，显现出市场交易不活跃，碳价较为低迷等现象。

此外，与之密切相关的还有绿色电力证书（以下简称“绿证”）交易市场。绿证交易是指政府对企业的可再生能源发电量核发绿色交易证书，绿色电力证书可以在能源企业间买卖，价格由市场竞争决定。我国于2017年2月出台绿证自愿认购政策，同年7月绿证自愿认购交易正式启动。2019年进一步发布了《国家发展改革委 国家能源局关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》，要求各省份保证可再生能源发电消纳比重，完成消纳量可以自愿认购绿证，绿证对应的电量等量记为消纳量。随着2021年9月绿色电力交易试点的正式启动，有望进一步通过市场推动绿色资产增值。但由于可再生能源电力消纳机制和市场机制的不够完善，绿色电力交易的效果仍需进一步验证。

1.2 节能量交易市场和用能权交易市场

节能量交易是指用能单位根据所在地区能源消费增量控制、万元国内生产总值（GDP）能耗及新增产能实行能耗等量或减量置换等规定，向节能量所有权人购买节能量而产生的市场交易行为。可交易的节能量证书机制即白色证书交易机制，由欧盟设计提出。目前，在法国和意大利形成了世界上规模最大的节能量证书交易市场。通过白色证书交易，促进了专业化的能源服务市场的发展，培育了大批能源服务企业。自2003年起澳大利亚的白色证书交易也已经成功运行。上述地区的交易实践表明，白色证书交易机制可以促进更为高效和经济地实现能源节约目标[6,7]。

我国节能量交易市场进程缓慢，尚未形成规模型交易市场。2013年北京环境交易所首次启动节能量交易试点，交易总额216.6吨标煤；山东、福建、江苏也在2013—2015年陆续出台节能量交易管理办法，作出规范化要求，但累计交易量仅有3 577.75万吨标煤；合肥市节能量交易市场于2020年8月开市，累计交易节能量5.25万吨标准煤，交易金额218.3万元；内蒙古于2020年12月30日发布《关于〈内蒙古

自治区节能量交易暂行管理办法〉公开征求意见的公告》，其节能量交易市场尚处于管理意见征集阶段，并未真正实现交易。总体来看，我国几个节能量交易试点省市均出台专门性的管理办法，但交易形式不同，没有形成统一的交易机制和交易平台；同时也存在交易范围较窄、交易频率整体较低、交易数据不全面、信息透明度低、市场不活跃等问题；另外，试点地区均没有明确节能量评估标准或核算方法，国家也未从宏观层面出台统一性的管理指导方案。

用能权交易，是指对企业年度直接或间接使用各类能源总量限额的权利进行交易。其基础是对能源消费总量进行控制，属于前端治理。国家发展和改革委员会2016年发布的《用能权有偿使用和交易制度试点方案》中提出，自2017年起要在浙江、福建、河南、四川开展用能权交易试点。2020年以来，用能权交易市场发展提速，福建、四川、湖北、河南、合肥、济南等省市相继出台本省/市用能权交易市场管理办法。现阶段，用能权交易市场信息透明度低，交易数据缺失。2020年浙江省成交37.68万吨标准煤；湖北省累计成交190多万吨标准煤，成交金额超1亿元。总体来看，目前的用能权交易一部分是以增量为主，不涉及存量确权和指标免费分配问题，如浙江试点；也有一些省份从典型行业进行试点，既包括存量项目也包括增量项目。

2 我国碳中和相关市场机制存在的现实问题

2.1 不完备的电力定价机制阻碍了与碳市场的互动

受到高度管制的电力市场很难与许多低碳政策结合起来，特别是碳市场或碳税等碳定价政策。此前，我国对可再生能源的政策支持是通过提高上网电价或可再生能源组合标准等政策。此类政策在鼓励可再生能源部署方面效果显著。但是，一方面这类政策成本较高，不具有可持续性；另一方面，基于补贴的价格会扭曲市场信号，导致不合理的投资。碳定价政策以参与者对价格信号作出反应的理性市场行为作为前提，可以为低碳技术提供准确的长期经济激励。然而，在目前的电力市场定价机制下，碳价格不能改变电力生产的边际成本，所以发电商不会因为碳价而改变产量，价格信号不能及时传递给最终消费者。因此，碳市场的有效性将大打折扣。如果没有足够的价格信号，高效储能，碳捕获、利用与封存（CCUS）及其他革命性技术的研发和投资也可能会受到阻碍，从而降低未来的减排能力。

2.2 节能量交易市场、用能权市场和碳交易市场存在交叠

*用能权市场和节能量交易市场存在交易对象交叠。*① 两个市场都是从能源消耗出发，以控制企业能源消费总量的方式达到节能减排的目的；② 二者的作用对象均为重点用能单位，交易方式都需要在后期形成市场主导定价。

*节能量交易市场和碳市场存在核算交叠。*企业的节能量核算目前比较困难，大部分都只是粗略计算每年节约标煤数量，与碳排放核算方法类似。因此，同一种核算方法应用于两个市场，可能会造成重复交易。

*碳市场与用能权市场也存在交叠。*用能权交易控制能源消费总量，属于前端治理；碳交易控制排放总量，属于后端治理；但排放量和能源消耗量之间可以相互换算，本质上属于同一指标，两种市场存在重叠。如果设置不合理，很可能会增加企业负担，降低企业积极性。

2.3 电力市场的不完善阻碍了能源的系统性转型

我国的电力市场由于长期存在市场化机制不充分、不完善，导致资源不能在社会生产中实现最优化配置。在碳中和的新形势下，电力部门的主要任务已经不再是扩大生产，而是在保证供应安全的前提下进行电力生产低碳化的转型，并进一步促进整个能源结构的低碳转型。

（1）为了促进提高可再生能源发电的比例，电

力市场需要提供准确的价格信号来鼓励投资，以提高备用容量和系统灵活性，并激励备用发电机的灵活运行。目前，固定的上网电价不能为灵活的调峰电站（如天然气电站和燃煤电站）提供经济激励。

（2）在消费端，随着可再生能源渗透率提高，需求响应将成为应对不断变化的能源输出关键。在灵活的价格机制下，大型工业用户将根据实时电价调整生产计划，电动车主将在非高峰时段对车辆进行充电。但是政府监管机构不太可能制定出这种高度灵活的价格，因此需要制定以市场为基础的规则来决定价格。

（3）在调度方面，现有的平均调度政策会鼓励地方对燃煤电厂过度投资。建设燃煤电厂可以促进地方上短期GDP增长和就业，同时发电配额可以很大程度上保证投资可以收回。由于火力发电厂使用年限长，这种高碳“技术锁定”可能会极大推迟向清洁能源的过渡。此外，现有的省域内电力调度方式，也阻碍了可再生能源的消纳。目前，基本是由省级电网公司负责省域内的电力调度。电网公司倾向于优先考虑同一省份的发电机组，即使其他省份的发电成本较低或碳排放量较低。在一些可再生能源丰富的省份，这种地方保护主义导致了风能和太阳能消纳率的削减。

3 争取国际话语权需要更合理的排放责任分担模式

碳中和相关市场的核心是以排放配额形式表现的排放权利，权利分配的基础是碳排放核算，而采用何种方式核算取决于国际话语权。长期以来，以美国为首的部分国家出于配合其全球竞争战略的需要，在国际社会上刻意强调中国是世界第一碳排放大国，而有意无视中国同时是世界第一碳减排大国的事实，通过把握话语权来压迫中国承担更多碳责任。甚至在中国提出“双碳”目标后，美国仍罔顾曾不负责任地退出《巴黎协定》的事实，利用各种场合对中国的“双碳”工作横加指责。当前，碳中和国际博弈已白热化，以碳中和为基础的国际互动新规则和以碳中和为逻辑的国际新竞争正在确立展开[8]，积极争取国际话语权成为中国顺利达成碳中和目标的重要保障。与此同时，中国长期持续减排的努力和成就已得到国际社会的普遍认可，碳减排与经济增长同步的中国道路为世界各国特别是广大发展中国家提供了经验借鉴，全球碳中和市场建立中迫切需要中国声音。基于这些事实，中国争取碳中和国际话语权是可行的也是可能的。

争取碳市场话语权涉及众多方面，但基础是科学合理地厘清碳责任。当前，碳排放责任分担主要分为生产端责任和消费端责任2种基本模式，尤以前者更为普遍。

3.1 生产端碳排放责任模式对发展中国家不利

生产端责任模式由联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）提出[9]，可分为领地排放责任模式、完全生产排放责任模式、最终生产排放责任模式、收入侧排放责任模式等。领地排放责任模式核算在一国政治边界内产生的排放，又称国家直接排放；完全生产排放责任模式核算一国的生产活动导致的国内和国外排放，等于领地排放加上进口中间品在国外引起的排放；最终生产排放责任模式核算一国最终产品（包括国内使用和出口部分）的生产引致的国内和国外排放；收入侧排放责任模式核算一国的初始投入所支撑的生产活动引致的国内和国外排放[10-12]。生产端责任模式的优势在于排放量较为直观，便于统计和责任确定，缺点在于偏利于碳消费大国。

中国2013年起开始实施碳排放权交易试点，2017年启动全国碳市场，2021年全国碳市场正式启动上线交易。为服务碳市场的运行，国家和地方相继出台相关标准和指南对碳排放的核算方法进行规定，但这些标准和指南均基于生产者责任法，其核算方法实际上属于修正了的生产者责任法，是在生产责任法的基础上加入了对电力和热力使用所导致的碳排放责

任[13]。此外，还有大量在生产端排放原则下，关于总量、历史排放、支付能力、领地主权排放、完全排放、最终生产排放、碳转移的细化方案[10-15]。

核算生产端碳排放责任对包括中国在内的广大发展中国家不利。生产端责任模式以“污染者付费”为基本前提，存在明显缺陷：① 道德上，生产端责任模式未考虑国际贸易的转移排放和消费者责任，偏利于进口型消费国家，对出口型生产大国不公平；② 技术上，先行减排的发达国家可以把碳密集型产品或生产环节转移到没有减排约束的发展中国家，导致发展中国家的排放大幅上升，加重其碳责任，助长“碳泄漏”。中国此前接受以生产端排放定责任的一个事实基础是碳排放总量和人均排放量（尤其是人均历史累计排放量）不高。然而，经过最近 10 年的经济快速发展，就排放总量而言，2019 年中国已经远超其他国家，达到美国的 2 倍（当年中国生产端排放约为 102 亿吨 CO_2 当量，全球第二的美国约为 53 亿吨 CO_2 当量）。即便以人均排放量论，2019 年中国虽然低于美国不少，但是已经超过了欧盟和全球平均水平，略少于但很接近日本水平。中国生产端碳排放形势已经发生根本性转变，无论是从总量还是从人均出发，国际压力都非常大，采用单一的生产端排放责任已经于我不利。

3.2 消费端碳排放责任模式对发展中国家较为有利

消费端碳排放责任模式主要核算一国的最终产品使用（家庭消费、政府消费、固定资本形成、存货变动）引致的国内和国外排放，即内涵于该国最终需求的排放。消费端责任可以从基于消费历史、基于消费模式、基于产业国际分工等维度考察[10-12]。消费端责任模式的优势在于能够有效地引导低碳消费和生活方式转型，适合广大发展中国家的经济发展阶段和增长结构特征，缺点在于排放量统计较为复杂，且现阶段较难说服以消费为主拉动增长的国家（如美国）接受。

目前，核算消费端的人均碳排放权责任对包括中国在内的广大发展中国家较为有利。以中国为例，虽然中国碳排放总量和人均量都在上升，但对比西方发达国家，中国的排放主要集中在生产端，而西方发达国家（特别是美国）的排放更多集中在消费端。中美对比来看：总量上，2019 年中国消费端排放 90 亿吨 CO_2 当量，美国消费排放 58 亿吨 CO_2 当量，中国约为美国的 1.55 倍，倍数指标小于从生产端核算；人均上，2019 年美国消费端人均排放约为中国的 3—6 倍，而生产端人均排放约为中国的 2.2 倍，中国消费端人均排放明显更低于美国；考虑人均历史累计消费端排放，中国的优势更加凸显。此外，中国居民消费（如炊饮、冷暖气）、交通等用能，易用电力、地热、太阳能等非碳能源替代，未来消费端减排难度相对工业生产过程较小。总体上看，当前从消费端划分碳排放责任对发展中国家有利，中国在国际上应当坚持“受益者付费”的消费端碳责任划定原则。

4 在碳中和领域建设市场机制的政策建议和争取国际话语权的重点方向

4.1 健全碳中和市场机制的政策建议

基于以上分析，我们利用中国科学院科技战略咨询研究院主导研发的 Policy Insight of China （PIC）模型进行了定量测算。结果发现，碳成本将成为未来电力企业在市场竞价中需考虑的重要因素。通过合理的 CCER①机制设计，让承担碳配额的责任方通过消费绿色电力来完成部分减排配额，有利于绿证市场和碳市场的连接，将使可再生能源的渗透率在现有基础上提高 20%。此外，在碳排放权交易机制设计的过程中，如果能够明确绿色证书所代表的减排权益的归

① 2020 年 12 月发布的《碳排放交易管理办法（试行）》中对 CCER 的定义为：指对我国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的减排效果精选量化核证，并在碳交易所注册登记的核证自愿减排量。

属，将其与碳市场进行集成，在不同情景下可使达峰成本降低 1.7%—2.9%。在此基础上，完成电力交易的市场化进程，将使新能源发电项目的投资回报率增加 2.3%—14.5%。为此，本文提出 3 点建议。

（1）尽快统一和连接不同的市场机制，建立绿证交易市场、节能量交易市场和碳排放交易市场的核算转换体系。① 目前各地存在多种交易形式，没有形成统一的交易机制，也几乎没有推出任何相关融资工具。建议：尽快建立核算转换的方法学，将节能量交易市场与碳排放交易市场进行连接和融合。② 绿证的主要目的是确保可再生能源在发电结构中的占比并保障可再生发电企业的收益，但随着光电、风电补贴退坡，绿证交易量极低（截至 2020 年 10 月，风电绿证和光电绿证的交易量分别为挂牌量的 0.68% 和 0.03%），无法实现这一目的。建议：尽快推进用绿证代替全部可再生能源补贴，并尽快建立绿证市场和碳市场的连接转换机制，确保新能源大幅增长过程中的收益保障。

（2）尽快规范绿色金融标准体系，警惕“泛碳市场化”的出现。目前某些行业和地区政策制定出现了对市场机制的片面理解，认为只要有了碳市场，就可以实现减排目标。制定系统的绿色金融体系和标准，是鼓励开展绿色债券、绿色基金、绿色融资租赁、绿色保险等绿色金融产品创新的前提。这样才能引导金融资源向新能源、氢能、储能、低碳建筑、低碳交通、需求响应、智能电网等低碳前沿技术产业及配套基础设施建设领域流动。建议：尽快建立绿色金融标准体系，对绿色信贷、绿色债券、绿色保险等金融产品进行规范化，包括准入标准和评估体系的统一制定、绿色金融的信息共享标准和披露标准、建立标准化的监管体系等。

（3）尽快完善电力市场交易规则，加速扩大清洁电力的渗透率。对于电力市场本身来说，需要从中长期市场和现货市场同时发力。① 需要利用中长期市场的各种金融机制增强可再生能源发电厂商的风险管理能力。为此，建议：在中长期市场中，允许发电厂商与金融机构签订金融合同，并增加合同模式的选择和时间跨度。② 需要逐步完善现货市场规则，从优先调度转变为可再生能源充分参与现货市场模式。从国际经验来看，光伏和风能发电普遍参与现货市场，有利于可再生能源消纳，提高系统运行效率，并为输电资源利用提供激励。建议：尽快完善现货市场规则，从优先调度转变为可再生能源充分参与现货市场。同时，随着电力系统中可再生能源比重的逐步提高，还需要尽快完善辅助服务市场，充分利用各类能源为电力系统提供各项服务，如调峰、调频等，并使其得到合理收益和补偿。

4.2 争取我国碳中和国际话语权的重点方向

为配合建立公平高效的碳中和相关市场，需要更好加强碳中和国际合作，争取更为有力的对外传播话语权。当前应重点关注 2 个方向。

（1）以科研为先导，加强发展中国家碳中和国际合作。应对气候变化需要广泛的全球合作，但是在新发展格局条件下，应当有重点选择合作领域与合作对象。考虑到科研合作是全球共识，争议较小，同时广大发展中国家具有与中国相近的碳消费结构，建议：① 继续深化碳中和科技和经济领域的国际合作，特别是加强与中国具有相近碳消费结构的发展中国家的合作，带动发展中国家争取碳权利、共同进步。② 联合发展中国家广泛加入碳中和相关国际组织和标准化机构，参与碳中和相关国际标准的制定，积极推介综合考量生产和消费端碳排放权利的模型、工具和监测体系等，主动设定未来碳中和国际博弈规则。③ 扩大碳中和领域国家科技计划项目的开放力度，鼓励发展中国家科研人员申请或与我方联合申请碳中和科研项目。条件允许时，可考虑定向设立面向发展中国家的碳中和研究基金。④ 当前可考虑在“一带一路”倡议框架下，依托“一带一路”国际科学组织联

盟（ANSO），成立沿线国家科研机构、大学与国际组织共同参与的碳中和国际科学合作委员会或类似机构，加强碳中和科学、技术、创新和能力建设，围绕气候变化下的生态、环境、民生、福祉的实际问题，开展综合性、实质性的国际科技合作。条件成熟时，可视情况将ANSO框架下的碳中和国际科学合作委员会转化或升级为独立的专门组织。

（2）全面考量碳排放权利，完善新型碳中和传播体系。考虑到生产端碳排放权利已成为国际社会的主流，很难短时间内完全放弃或转向。因此，从可操作性角度出发，建议我国尽快综合考量生产和消费端碳排放权利，完善新型碳中和国际传播和谈判话语体系，为碳中和目标营造有利的外部舆论环境。建议：① 推动我国尽快建立面向碳中和系统的监测、计算、报告、检核标准体系，从“收”“支”两端、“生产”“消费”两源摸清家底，保证我国话语权。② 进一步研究和丰富碳中和的科学内涵，分别针对消费端碳中和、生产端碳中和及全面碳中和目标，开展路线图的前瞻性预研，充分做好各种局面下的政策储备，争取主动和先机。③ 以我为主，牵头国际社会加紧开展全球生产端和消费端碳排放核算研究，全面掌握全球碳排放的时空和人群分布，科学界定“生存性排放”“奢侈性排放”和“浪费性排放”的红线标准，为未来排放权分配和阶梯式征税提供可靠依据。④ 积极组织碳中和主题的全球科学会议和交流论坛，在国际科学界主动设计设置消费端碳排放议题，广泛传播“以碳消费定碳责任”的科学观念，逐步使人均碳消费权利平等的思想深入人心，成为全球共识。

参考文献

1 孙友源, 郭振, 张继广, 等. 碳市场与电力市场机制影响下发电机组成本分析与竞争力研究. 气候变化研究进展, 2021, 17(4): 476-483.

Sun Y Y, Guo Z, Zhang J G, et al. Research on cost analysis and competitiveness of power generation units under the influence of carbon market and power market coupling mechanism. Climate Change Research, 2021, 17(4): 476-483. (in Chinese)

2 Presno M J, Landajo M, González P F. GHG emissions in the EU-28. A multilevel club convergence study of the Emission Trading System and Effort Sharing Decision mechanisms. Sustainable Production and Consumption, 2021, 27: 998-1009.

3 Tian Y, Akimov A, Roca E, et al. Does the carbon market help or hurt the stock price of electricity companies? Further evidence from the European context. Journal of Cleaner Production, 2016, 112: 1619-1626.

4 Levin T, Kwon J, Botterud A. The long-term impacts of carbon and variable renewable energy policies on electricity market. Energy Policy, 2019, 131: 53-71.

5 Teng F, Mu Y F, Jia H J, et al. Challenges on primary frequency control and potential solution from EVs in the future GB electricity system. Applied Energy, 2017, 194: 353-362.

6 Franzò S, Frattini F, Cagno E, et al. A multi-stakeholder analysis of the economic efficiency of industrial energy efficiency policies: Empirical evidence from ten years of the Italian White Certificate Scheme. Applied Energy, 2019, 240: 424-435.

7 Bertoldi P, Rezessy S, Lees E, et al. Energy supplier obligations and white certificate schemes: Comparative analysis of experiences in the European Union. Energy Policy, 2010, 38(3): 1455-1469.

8 王文, 刘锦涛. 警惕碳中和成为美国遏华新工具. 前线, 2022, (1): 32-35.

Wang W, Liu J T. Vigilance: Carbon neutralization will become a new tool for the United States to curb China. Qianxian, 2022, (1): 32-35. (in Chinese)

9 IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. London: Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996.

10 樊纲, 苏铭, 曹静. 最终消费与碳减排责任的经济学分析. 经济研究, 2010, 45(1): 4-14.

Fan G, Su M, Cao J. An economic analysis of consumption and carbon emission responsibility. Economic Research Journal, 2010, 45(1): 4-14. (in Chinese)

11 彭水军, 张文城, 孙传旺. 中国生产侧和消费侧碳排放量测算及影响因素研究. 经济研究, 2015, 50(1): 168-182.
Peng S J, Zhang W C, Sun C W. China's production-based and consumption-based carbon emissions and their determinants. Economic Research Journal, 2015, 50(1): 168-182. (in Chinese)
12 彭水军, 张文城, 卫瑞. 碳排放的国家责任核算方案. 经济研究, 2016, 51(3): 137-150.
Peng S J, Zhang W C, Wei R. National carbon emission responsibility. Economic Research Journal, 2016, 51(3): 137-150. (in Chinese)
13 张洋, 江亿, 胡姗, 等. 基于基准值的碳排放责任核算方法. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(11): 43-53.
Zhang Y, Jiang Y, Hu S, et al. New approach for carbon emission responsibility allocation with product benchmark. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(11): 43-53. (in Chinese)
14 刘竹, 孟靖, 邓铸, 等. 中美贸易中的隐含碳排放转移研究. 中国科学: 地球科学, 2020, 50(11): 1633-1642.
Liu Z, Meng J, Deng Z, et al. Embodied carbon emissions in China-US trade. Science China Earth Sciences, 2020,63(10): 1577-1586. (in Chinese)
15 林伯强. 实现“碳中和”, 消费者行为不容忽视. (2021-01-08)[2022-03-21]. http://www.21jingji.com/2021/1-8/4NMDEzNzlfMTYxODU4NQ.html.
Lin B Q. To achieve carbon neutrality, Consumer behavior cannot be ignored. (2021-01-08)[2022-03-21]. http://www.21jingji.com/2021/1-8/4NMDEzNzlfMTYxODU4NQ.html. (in Chinese)

Market Mechanism and Focus of International Cooperation to Achieve Carbon Neutrality

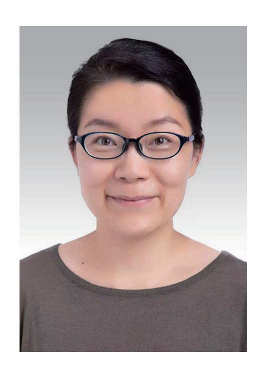
ZOU Lele[1] WANG Pu[2,3] SUN Yi[2,3*]
(1 Rocky Mountain Institute, Beijing 100020, China;
2 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
3 School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract The market mechanism is the basis for achieving carbon neutrality. Through the market mechanism, the global cost can be the lowest to achieve carbon neutrality. Therefore, in the process of carbon neutralization, it is necessary to give full play to the decisive role of the market in resource allocation. China has explored and accumulated experience in various market mechanisms for more than 10 years, and has established the carbon market, green certificate market, white certificate market, energy market, etc. At the same time, the power system is also strengthening market-oriented reform. Nevertheless, there are still imperfect systems and conflicts among various markets. Therefore, it is urgent to straighten out these markets so that they can play a synergistic role with maximum effect. This study combed and analyzed the current situation of the existing market mechanism and the relationship in between, then expounded the conflict and overlapping. On this basis, it is put forward that the energy-use rights market and the energy-saving market should be merged as soon as possible, the green certificate market and the carbon market should be unified, and the marketization process of the power system should be fully considered, so that the market mechanism can improve economic efficiency and emission reduction effects. In addition, with the evolution of globalization and deglobalization of market mechanism and supply chain, the voice during international cooperation becomes particularly important. Starting from clarifying carbon responsibility, strengthening the voice during international cooperation and carbon neutrality, this study analyzed the two basic modes of production responsibility and consumption responsibility, and held that the global carbon emission situation has undergone important changes. China's emissions are mainly concentrated on the production side, and the emissions of western developed countries (especially the United States) are more concentrated on the consumption side. Based on this, it is considered that China should adhere to the consumer responsibility

*Corresponding author

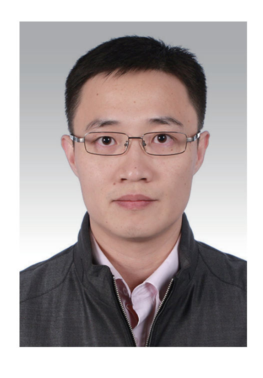
principle of "beneficiary pays", and put forward policy suggestions on strengthening international cooperation in carbon neutralization in developing countries with scientific research as the guide, comprehensively considering carbon emission rights and improving the new carbon neutralization communication system.

Keywords market mechanism, carbon liability, carbon neutrality, international cooperation, voice during carbon neutralization



邹乐乐 落基山研究所（RMI）董事。曾为中国科学院科技战略咨询研究院副研究员。主要研究方向为：气候战略及政策分析与模拟、新型电力系统、碳市场、能源环境经济学等。主持完成国家自然科学基金面上项目和重点国际合作项目、国家重点研发计划课题、中国科学院战略性先导科技专项课题等30余项。E-mail: lzou@rmi.org

ZOU Lele Principal of Rocky Mountain Institute (RMI). Prior to join RMI in November 2021, Dr. Zou was an Associate Professor of the Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research interests are analyzing and modeling of climate policy and strategy, new electricity system, carbon market and energy environment economics. She has chaired more than 30 national level projects with the supports from National Natural Science Fundation of China, National Key Research and Development Program of China, National 973 Program, and Strategy Priority Research Program of CAS. E-mail: lzou@rmi.org



孙 翊 中国科学院科技战略咨询研究院创新研究员。主要研究方向：可持续发展政策模拟、多区域经济学、城市与区域管理等。主持或参加国家自然科学基金、国家重点研发计划、"973计划"、林肯研究基金等科研项目20余项。E-mail: sunyi@casisd.cn

SUN Yi Associate Professor at the Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). He is the Secretary General of Urban and Regional Management Committee of Chinese Geographical Society, Member of National Technical Committee for Standardization of Urban Public Facilities Services (SAC/TC 537), and Associate Editor of *Asia-Pacific Journal of Regional Science*. His research focuses on policy modeling, multi-regional economics, urban and regional management, digital economics, etc. He has completed more than 20 scientific research projects sponsored by the general program of National Natural Science Foundation of China, National Key Research and Development Program of China, National 973 Program, and Lincoln Research Fund. E-mail: sunyi@casisd.cn

■责任编辑：张帆